



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 17 890 A 1

Int. Cl. 7:  
G 03 B 19/00  
// G06K 19/07, G06F  
3/00

21 Aktenzeichen: 199 17 890.9  
22 Anmeldetag: 20. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 199 17 890 A 1

11 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

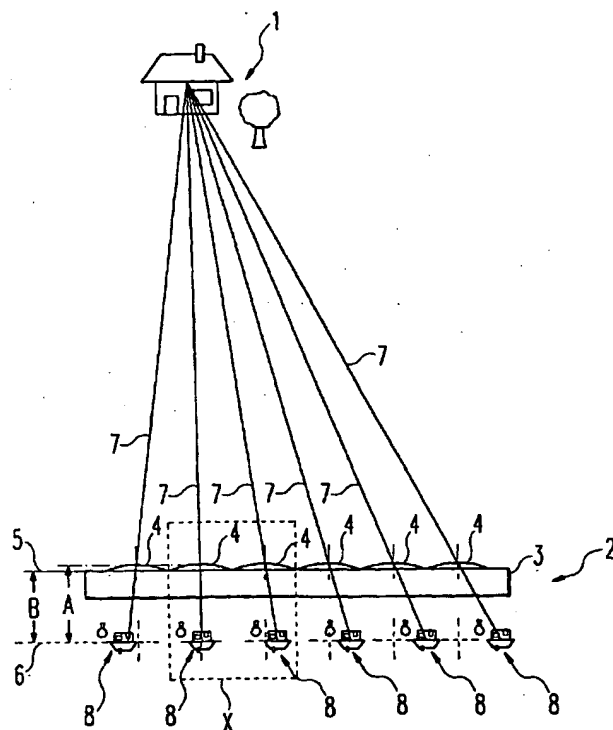
12 Erfinder:  
Wallstab, Stefan, 81739 München, DE; Völkel,  
Reinhard, Dr., Neuchâtel, CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Flachbauendes Bilderfassungssystem

57 Ein flachbauendes Bilderfassungssystem weist eine Linsenmatrixanordnung (3) auf, die eine Vielzahl von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen (4) enthält. Ferner umfaßt das System eine in einer Bildebene (6) im Strahlengang hinter den Mikrolinsen (4) liegende flächige Photodetektoranordnung. Der Abstand (A) zwischen der Front der Linsenmatrixanordnung (3) und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung ist kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 0,5 cm.



DE 199 17 890 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein flachbauendes Bilderfassungssystem, das in einer Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen zum Einsatz kommen kann.

In den letzten Jahren haben sich die Abmessungen von Photokameras und anderen optischen Abbildungsgeräten ständig verkleinert, wobei der Trend zur Miniaturisierung anhält. Dies liegt zum einen daran, daß die fortschreitende Miniaturisierung die Attraktivität derartiger Kameras für den täglichen Gebrauch erhöht, da sie bequem fast überall hin mitgenommen werden können. Zum anderen werden durch die Miniaturisierung aber auch neue technische Einsatzgebiete wie beispielsweise optische Überwachungs- oder Autorisierungsanwendungen erschlossen, für die herkömmliche Photokameras nicht oder nur bedingt geeignet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bilderfassungssystem mit einem hohen Miniaturisierungspotential insbesondere bezüglich der Dimension in Richtung der optischen Achse zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Verwendung einer Linienmatrixanordnung bestehend aus einer Vielzahl  $N$  von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen wird ein Bilderfassungssystem mit einer kleinen Bildweite  $B$  geschaffen. Dies ermöglicht es, den Abstand  $A$  zwischen der Front der Linienmatrixanordnung und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung so einzustellen, daß dieser maximal 1 cm beträgt, aber auch um Größenordnungen kleiner ausgelegt sein kann. Dadurch wird der Einsatz des erfindungsgemäßen optischen Bilderfassungssystems als integraler Bestandteil von flachbauenden Kleingeräten wie beispielsweise Uhren, Notebooks, Organizer, Mobiltelefone ermöglicht. Ferner kann ein Einbau in Brillen, Kleidungsstücken (z. B. Hüte) und dergleichen oder – als besonders interessante Anwendungsmöglichkeit – in Chipkarten vorgesehen sein.

Generell gilt, daß durch eine Erhöhung der Anzahl  $N$  der Mikrolinsen eine weitere Reduzierung der Bildweite  $B$  und damit des Abstands  $A$  ermöglicht wird. Vorzugsweise ist daher  $N \geq 10$ , insbesondere  $N \geq 1000$ , und es können im Rahmen der Erfindung auch Bilderfassungssysteme mit  $N$  im Bereich von 1.000.000 und mehr realisiert werden.

Zur Erzielung eines kleinen Abstands  $A$  werden vorzugsweise Mikrolinsen eingesetzt, deren Öffnungsweite kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 0,5 mm ist. Auch wesentlich kleinere Öffnungsweiten im Bereich von 150  $\mu\text{m}$  bis zu etwa 5  $\mu\text{m}$  sind möglich.

Vorzugsweise weisen in bezug auf die optische Achse der Linienmatrixanordnung außermittig liegende Mikrolinsen eine im wesentlichen elliptische Linsenumfangsform auf. Dadurch kann eine Korrektur der Aberrationen, insbesondere des Astigmatismus des Bilderfassungssystems erreicht werden.

Zweckmäßigerweise wird die Linienmatrixanordnung durch Prägen, Gießen, insbesondere Spritzgießen, Formpressen oder Drucken aus einem optisch transparenten Kunststoffmaterial hergestellt.

Zur Begrenzung des Strahlengangs in den einzelnen, durch die  $N$  Mikrolinsen definierten optischen Kanälen wird gemäß einer vorteilhaften Maßnahme im Strahlengang vor und/oder hinter der Linienmatrixanordnung eine Lochblendenmatrix angeordnet und in bezug auf die Linienmatrixanordnung so positioniert, daß jeder Mikrolinse ein oder mehrere transmittierende Bereiche, insbesondere ein oder mehrere Löcher der Lochblendenmatrix zugeordnet sind. Durch die Lochblendenmatrix kann eine Erhöhung der Tiefen-

schärfe (und damit eine Vergrößerung des nutzbaren Objekt-Abstandsbereichs) sowie eine Reduzierung des Übersprechens zwischen benachbarten optischen Kanälen erreicht werden. Eine Lochblendenmatrix, die für jede Mikrolinse drei für verschiedene Wellenlängen transmittierende Folienbereiche umfaßt, kann (gleichzeitig) als Filtermaske bei einer Farbdetektion dienen.

Bei dem erfindungsgemäßen Bilderfassungssystem können die optischen Achsen der Mikrolinsen sowohl parallel als auch – ähnlich wie bei einem Insektenauge – in Richtung zum Objekt divergent verlaufen. Dabei gilt für den Abbildungsmaßstab  $\beta$  zumeist  $-1 < \beta < 1$  (d. h. die Abbildung ist verkleinernd), es sind jedoch auch erfindungsgemäße optische 1:1-Abbildungssysteme ( $\beta = \pm 1$ ) oder vergrößernde Abbildungssysteme ( $\beta < -1$  oder  $\beta > 1$ ) möglich.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Bilderfassungssystem zwei oder mehr im Strahlengang hintereinander angeordnete Linienmatrixanordnungen auf. Dies ermöglicht, die Abbildungsqualität des Systems zu erhöhen.

Gute Abbildungseigenschaften werden insbesondere mit einem System aus drei Linienmatrixanordnungen (objektseitige Linienmatrixanordnung, Zwischenlinienmatrixanordnung, bildseitige Linienmatrixanordnung) erhalten. Durch die Zwischenlinienmatrixanordnung kann in wirkungsvoller Weise ein optisches Übersprechen zwischen benachbarten optischen Kanälen unterdrückt werden.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme kennzeichnet sich dadurch, daß eine Flüssigkristallschicht im Strahlengang angeordnet ist. Durch eine geeignete elektrische Ansteuerung derselben kann eine variable Bildvergrößerung ("Zoomen") erreicht werden. Alternativ oder zusätzlich kann eine Variabilität der Bildvergrößerung auch auf elektronischem Wege durch eine geeignete Auswertung der von der Photodetektoranordnung gelieferten Bildsignale bewirkt werden.

Eine erste bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems kennzeichnet sich dadurch, daß jede Mikrolinse ein Bild des gesamten zu erfassenden Objekts in der Bildebene erzeugt, so daß in der Bildebene  $N$  überschneidungsfrei nebeneinander angeordnete Objektbilder erzeugt werden, daß jedem erzeugten Objektbild eine Detektoreinheit der Photodetektoranordnung zugeordnet ist, und daß die Relativlagen der Objektbilder zu den zugeordneten Detektoreinheiten variieren, derart, daß die Detektoreinheiten jeweils unterschiedliche Bildabschnitte der  $N$  Objektbilder erfassen.

Bei dieser ersten Ausführungsvariante wird in jedem optischen Kanal zwar das gesamte Objektbild übertragen, dieses jedoch nur abschnittsweise photometrisch erfaßt. Im Ergebnis wird die Bildinformation durch eine "statische" Abtastung des Objektbilds erhalten. Der Bildaufbau erfolgt auf elektronischem Wege auf der Basis der bei den einzelnen Abtastungen erhaltenen Teilbildinformationen.

Eine überlappungsfreie aber lückenlose (und somit vollständige) Bilderfassung und -auswertung wird erreicht, wenn bezüglich benachbarter Objektbilder der Versatz der Relativlagen gerade der Abmessung der lichtempfindlichen Fläche einer Detektoreinheit entspricht.

Eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems kennzeichnet sich dadurch, daß jede Mikrolinse ein Bild eines Teilabschnitts des gesamten zu erfassenden Objekts in der Bildebene erzeugt, wobei sich die erzeugten  $N$  Teilabschnitte (bereits) in der Bildebene lage-richtig zu dem Bild des gesamten zu erfassenden Objekts zusammensetzen, und daß das zusammengesetzte Bild durch eine Vielzahl von über die Bildebene verteilt angeordneten Detektoreinheiten der Photodetektoranordnung erfaßt wird.

Bei dieser Variante entsteht auf der Photodetektoranordnung lediglich ein einziges Bild des zu erfassenden Objekts, das von den Mikrolinsen durch Überlagerung der Bildteilabschnitte zusammengefügt wird. Anders als bei der ersten Ausführungsvariante ist bei der zweiten Ausführungsvariante eine besondere laterale Positionierung der Photodetektoranordnung bzw. der Detektoreinheiten relativ zu der Linsenmatrixanordnung nicht erforderlich.

Eine Detektoreinheit kann durch einen Einzeldetektor realisiert sein (in diesem Fall umfaßt die Photodetektoranordnung N Einzeldetektoren) oder auch aus einer Detektorgruppe bestehend aus mehreren Einzeldetektoren aufgebaut sein.

Als Photodetektoranordnung wird vorzugsweise ein dünnes CCD oder ein CMOS-Photosensorarray eingesetzt. Solche Photodetektoranordnungen bestehen üblicherweise aus Si und können relativ problemlos auf Dicken unter 100 µm heruntergedünnt werden. Eine geringe Dicke der Photodetektoranordnung ist nicht nur in Hinblick auf die angestrebte Reduzierung der Gesamtdicke des Bilderfassungssystems von Interesse, sondern ist auch Voraussetzung für Anwendungen, bei denen eine gewisse Biegsamkeit des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems benötigt wird – beispielsweise bei Integration desselben in eine Chipkarte oder bei Anbringung desselben auf nicht ebenen Oberflächen. Das an sich spröde Si zeigt bei etwa 150 µm bereits eine gewisse Biegsamkeit, die sich durch weiteres Herunterdünnen geeignet erhöhen läßt.

Insbesondere für Anwendungen, die eine hohe Biegeflexibilität des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems erforderlich machen, ist es bevorzugt, ein photoempfindliches, elektrisch leitfähiges Polymaterial für die Photodetektoranordnung zu verwenden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise anhand von zwei Ausführungsvarianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert; in dieser zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante;

**Fig. 2** eine Detailansicht der Einzelheit X aus **Fig. 1**;

**Fig. 3** eine Photodetektoranordnung mit darauf projizierten Objektbildern in Draufsicht;

**Fig. 4a** eine einen Einzeldetektor enthaltende Zelle der Photodetektoranordnung aus **Fig. 3**;

**Fig. 4b** eine eine Detektorgruppe enthaltende Zelle der Photodetektoranordnung aus **Fig. 3**;

**Fig. 5** verschiedene Realisierungen einer Detektoreinheit in Form eines Einzeldetektors oder einer Detektorgruppe in Draufsicht;

**Fig. 6** eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante;

**Fig. 7** das in **Fig. 6** gezeigte Bilderfassungssystem mit eingezeichnetem Strahlengang;

**Fig. 8** eine Schnittdarstellung einer aus vier Linsenmatrixanordnungen bestehenden Optik;

**Fig. 9** ein Schaubild zur Verdeutlichung des Strahlengangs des in den **Fig. 6** bis **8** gezeigten Bilderfassungssystems; und

**Fig. 10** eine schematische Darstellung von zwei Mittenbereichen einer Linsenmatrixanordnung in Draufsicht.

Nach **Fig. 1** liegt ein Objekt 1 (Haus mit Baum) im räumlichen Erfassungsbereich eines Bilderfassungssystems 2. Das Bilderfassungssystem 2 weist als Optik wenigstens eine Linsenmatrixanordnung 3 auf, in oder auf der eine Vielzahl (N) von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen 4

ausgebildet sind. Die Linsenmatrixanordnung 3 kann beispielsweise in Form einer dünnen transparenten Kunststofffolie realisiert sein, in der die Mikrolinsen 4 durch Prägen, Drucken oder dergleichen herausgebildet sind. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Linsenmatrixanordnung 3 als Kunststoff-Formpreß- oder Spritzgußteil zu fertigen.

Die (bildseitigen) Hauptebenen der einzelnen Mikrolinsen 4 liegen vorzugsweise in einer gemeinsamen (bildseitigen) Linsenmatrix-Hauptebene 5, und die Mikrolinsen 4 weisen üblicherweise eine identische Brennweite auf. Eine Bildebene 6 erstreckt sich dann parallel zu der Linsenmatrix-Hauptebene 5 und ist von letzterer unter der Bildweite B beabstandet, welche durch die Brennweite der Mikrolinse 4 und den (gewünschten) Objektabstand (d. h. der Entfernung des Objektes 1 von der Linsenmatrix-Hauptebene 5) bestimmt ist.

Allgemein können die einzelnen Mikrolinsen 4 allerdings unterschiedliche Linsenformen und/oder unterschiedliche Brennweiten aufweisen. In diesen Fällen existiert in der Regel keine gemeinsame (bildseitige) Linsenmatrix-Hauptebene 5. Ferner muß die Linsenmatrixanordnung 3 nicht notwendigerweise plan sein, sondern kann beispielsweise auch eine leicht gewölbte Formgebung zeigen.

Zentrallinien 7 erstrecken sich von dem Objekt 1 durch die Mitten der Linsen 4 und repräsentieren die von der Linsenmatrixanordnung 3 definierten optischen Kanäle.

Im Strahlengang hinter der Linsenmatrixanordnung 3 ist in nicht dargestellter Weise eine Photodetektoranordnung angebracht. Eine sensitive Oberfläche der Photodetektoranordnung ist bezüglich der Linsenmatrixanordnung 3 so angeordnet, daß sie mit der Bildebene 6 möglichst genau zusammenfällt. Jedem optischen Kanal ist eine Zelle auf der Photodetektoranordnung zugeordnet. Jede Zelle enthält eine in der sensitiven Oberfläche angeordnete Photodetektoreinheit, die, wie im folgenden noch näher erläutert, einen oder mehrere lichtempfindliche Bereiche aufweisen kann.

Der Abstand A zwischen der Linsenvorderfront und der sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung kann im wesentlichen der Bildweite B entsprechen, ist kleiner als 1 cm und kann auf Werte im Bereich von 150 µm oder ggf. noch darunter reduziert werden.

Die von der Linsenmatrixanordnung 3 auf die sensitive Oberfläche der Photodetektoranordnung projizierten Bilder des Objekts 1 sind mit dem Bezugszeichen 8 gekennzeichnet. Jede Mikrolinse 4 erzeugt in der Regel ein vollständiges Bild 8 des Objekts 1 in der Bildebene 6. Insgesamt werden auf diese Weise in der Bildebene 6 N Bilder 8 des Objekts 1 erzeugt.

Die einzelnen Mikrolinsen 4 können refraktiv, diffraktiv oder refraktiv-diffraktiv (hybrid) sein. Die Größe einer Mikrolinse 4 liegt typischerweise im Bereich zwischen etwa 2 mm bis 5 µm. Die Mikrolinsen 4 können eine runde, elliptische, dreieckige, quadratische, hexagonale oder allgemein polygonale Umfangsform aufweisen.

In **Fig. 2** ist die in **Fig. 1** von einer punktierten Linie umrandete Einzelheit X wiedergegeben.

Bei der Linse 4.1 fällt die Zentrallinie 7.1 mit der optischen Achse 9.1 der Linse 4.1 zusammen. Demgegenüber ist bei der Linse 4.2 die Zentrallinie 7.2 gegenüber der optischen Achse 9.2 um einen kleinen Winkel  $\alpha$  geneigt. Während also das von der Linse 4.1 erzeugte Objektbild 8.1 zentrisch zu der optischen Achse 9.1 liegt, ist das von der Linse 4.2 erzeugte Objektbild 8.2 um einen kleinen Abstand  $\Delta x$  gegenüber der optischen Achse 9.2 (auf der sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung) verschoben.

Die Detektoreinheit (nicht dargestellt) ist jeweils im Zentrum der Zellen Z1 bzw. Z2 angeordnet. Der erwähnte Versatz  $\Delta x$  zwischen den relativen Lagen der Objektbilder 8.1

und 8.2 bezogen auf die Zellteilung 1, daß die in der Zelle Z2 angeordnete Detektoreinheit einen anderen Abschnitt (oder Ausschnitt) des Objektbildes 8.2 erfaßt als die in der benachbarten Zelle Z1 angeordnete Detektoreinheit.

Dieses Prinzip setzt sich über sämtliche N Zellen der Photodetektoranordnung fort und bewirkt, daß jede Detektoreinheit einen anderen Abschnitt der Objektbilder 8, 8.1, 8.2 erfaßt. Somit wird das Objektbild als Ganzes von den Detektoreinheiten der Zellen zeitgleich abgetastet. Es bietet sich an, die Linsenmatrixanordnung 3 und die Photodetektoranordnung baulich und in bezug auf ihre Justage so aufeinander abzustimmen, daß der Versatz  $\Delta x$  der Objektbilder 8, 8.1, 8.2 von Zelle zu Zelle der Größe des lichtempfindlichen Bereichs der Detektoreinheit entspricht. Das Gesamtbild ergibt sich dann in einfacher Weise durch "elektronisches Aneinanderfügen" der von den Detektoreinheiten sämtlicher Zellen Z1, Z2 ausgegebenen Bildinformationen. Es ist jedoch auch eine überlappende oder eine unvollständige Bildabtastung möglich, d. h. ein und derselbe Bildausschnitt kann entweder von mehreren oder von keiner Detektoreinheit erfaßt werden.

Ferner kann auch eine über das Objektbild nicht konstante Auflösung eingerichtet werden. Beispielsweise können vergleichsweise weniger Zellen Z1, Z2 zur Abtastung der Bildperipherie als der Bildmitte vorgesehen sein, d. h. daß zum Bildrand hin eine zunehmend kleinere Anzahl von Bildausschnitten pro Bildfläche abgetastet (und nachfolgend elektronisch ausgewertet) wird.

Die Relativlage zwischen der Linsenmatrixanordnung 3 und der Photodetektoranordnung kann durch das Erfassen geeigneter Eichbilder beim Herstellungsprozeß justiert werden. Alternativ oder zusätzlich dazu kann bei dem fertiggestellten Bilderfassungssystem (d. h. bei bereits festgelegter Relativlage zwischen Linsenmatrixanordnung 3 und Photodetektoranordnung) – ebenfalls durch das Erfassen geeigneter Eichbilder – die Zuordnung zwischen den einzelnen Detektoreinheiten und den Bildabschnitten bestimmt und der der Photodetektoranordnung nachgeschalteten Elektronik individuell eingelesen werden.

Fig. 3 zeigt in Draufsicht das Zellenmuster der Photodetektoranordnung sowie die Lagen der in den Zellen Z1, Z2, ..., Z8 erzeugten Objektbilder. Es wird deutlich, daß die Objektbilder 8 in beiden Dimensionen der Bildebene 6 von Zelle zu Zelle einen Versatz  $\Delta x$  zeigen.

Fig. 4a und Fig. 4b zeigen unterschiedliche Ausbildungen einer Zelle Z1–Z8 der Photodetektoranordnung. Die in Fig. 4a gezeigte Zelle Z weist eine Detektoreinheit mit einem einzigen, zellenmittig angeordneten Photodetektor 10 auf. Alternativ dazu kann gemäß Fig. 4b eine Zelle Z' eine Detektoreinheit aufweisen, die aus einer Detektorgruppe 10' (d. h. mehreren Einzeldetektoren 10) aufgebaut ist.

Bei beiden Ausführungen kann der nicht von der Detektoreinheit (einzelner Photodetektor 10 oder Detektorgruppe 10') beanspruchte Platz der Zelle Z bzw. Z' für eine Bildvorverarbeitungselektronik 11 genutzt werden.

Fig. 5 zeigt weitere Möglichkeiten zur Realisierung einer Detektoreinheit. Bei einer Schwarz/Weiß-Detektion (S/W) wird ein einzelner Bildpunkt (Pixel) durch einen Einzeldetektor 10 und mehrere Pixel durch mehrere Einzeldetektoren (d. h. eine Detektorgruppe 10') erzeugt. Bei einer Farbdetektion sind zur Erzeugung eines (Farb-)Pixels mindestens 3 Einzeldetektoren mit entsprechenden vorgeschalteten Filtern erforderlich, wobei zur Erhöhung der Auflösung beispielsweise auf einer Kreislinie um die Farbdetektoren angeordnete weitere Einzeldetektoren vorgesehen sein können.

Bei einer Detektion mit einer Detektorgruppe 10' (Fig. 4b) können einzelne Detektoren der Gruppe 10' mit einzel-

nen Detektoren benachbarter Detektorgruppen 10' elektronisch gekoppelt sein; um dadurch eine schnelle Auswertung der Lage oder der Bewegung der einzelnen Bildabschnitte zu ermöglichen. Eine ähnliche Bildverarbeitung wird bei Insekten (z. B. Stubenfliege) beobachtet. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise eine elektronische Steuerung oder Korrektur gegen Verwackeln des Bildes realisieren.

Fig. 6 zeigt eine zweite Ausführungsvariante der Erfindung. Auch hier kann die Optik des Bilderfassungssystems mehrere (typischerweise 3 oder 4) Linsenmatrixanordnungen umfassen. Die Optik des dargestellten Bilderfassungssystems 102 weist eine objektseitige Linsenmatrixanordnung 103.1, eine bildseitige Linsenmatrixanordnung 103.3 und eine dazwischen liegende Linsenmatrixanordnung 103.2 auf.

Ein Objekt 101 wird durch die Buchstabenfolge ABC-DEFGHIJK veranschaulicht. Im Strahlengang hinter der bildseitigen Linsenmatrixanordnung 103.3 ist eine Bildebene 106 eingezeichnet. Der Abstand A wird durch die Entfernung zwischen der dem Objekt 101 zugewandten Frontseite der objektseitigen Linsenmatrixanordnung 103.1 und der mit der Bildebene 106 zusammenfallenden sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung (nicht dargestellt) definiert.

Das Bilderfassungssystem 102 gemäß der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung umfaßt ebenfalls N optische Kanäle, die durch die optischen Achsen 109 einander zugeordneter Mikrolinsen 104, 104' dargestellt sind. Es können ferner in nicht dargestellter Weise weitere, bereits bezüglich der ersten Ausführungsvariante beschriebene optische Elemente wie beispielsweise eine oder mehrere Lochblendenmatrizen, eine Flüssigkristallschicht usw. im Strahlengang angeordnet sein.

Anders als bei der ersten Ausführungsvariante überträgt bei der zweiten Ausführungsvariante jeder optische Kanal nur einen Teilbildabschnitt des Objektes 101. Veranschaulicht ist dies in Fig. 6 dadurch, daß der links dargestellte optische Kanal im wesentlichen den Teilbildabschnitt ABC, der benachbarte Kanal im wesentlichen den Teilbildabschnitt DEF, usw., überträgt. Das Zusammenfügen der einzelnen Teilbildabschnitte zu dem Objektbild 108 erfolgt hier auf optischem Wege durch Überlagern der in den einzelnen Kanälen übertragenen Teilbildabschnitte in der Bildebene 106. Damit die einzelnen Teilbildabschnitte dort seitenrichtig aneinandergesetzt werden, muß in der Bildebene 106 ein aufrechtes Bild erzeugt werden, d. h. eine nichtinvertierende Abbildung ( $\beta > 0$ ) vorgesehen sein.

Diese kann folgendermaßen realisiert werden: Die objektseitige Linse 104 eines jeden optischen Kanals erzeugt ein invertiertes ( $\beta < 0$ ) Zwischenbild. Die bildseitige Linse 104' des betrachteten optischen Kanals bildet das invertierte Zwischenbild in die Bildebene 106 als aufrechtes Bild ( $\beta > 0$ ) ab. Zwischen der objektseitigen Linse 104 und der bildseitigen Linse 104' befindet sich eine oder mehrere zusätzliche Linse(n) einer oder mehrerer Zwischenlinsenmatrixanordnungen, welche in Art einer Feldlinse das Übersprechen zwischen benachbarten optischen Kanälen reduziert (reduzieren).

In der Regel benötigt die zweite Ausführungsvariante mehr Linsenmatrixanordnungen als die erste Ausführungsvariante, weshalb die erste Ausführungsvariante zumindest konzeptionell ein größeres Miniaturisierungspotential als die zweite Ausführungsvariante aufweist.

Fig. 7 zeigt das in Fig. 6 schematisch dargestellte Bilderfassungssystem 102 mit eingezeichnetem Strahlengang. Wie bei der ersten Ausführungsvariante ist die Bildweite B durch den Abstand zwischen der Hauptebene 105 der Linsenmatrixanordnungen 103.1, 103.2 und 103.3 und der Bild-

ebene 106 definiert.

Fig. 8 zeigt einen möglichen praktischen Aufbau der in den Fig. 6 und 7 gezeigten Optik des Bilderfassungssystems 102 der zweiten Ausführungsvariante. Die Optik des Bilderfassungssystems 2 der ersten Ausführungsvariante kann entsprechend aufgebaut sein. Eine objektseitige Kunststoffolie 12 realisiert auf ihrer dem Objekt zugewandten Oberfläche die Linsen 104 der objektseitigen Linsenmatrixanordnung 103.1 und eine bildseitige Kunststoffolie 13 realisiert auf ihrer der Bildebene 106 zugewandten Oberfläche die Linsen 104' der bildseitigen Linsenmatrixanordnung 103.3. Die Zwischenlinsematrixanordnung 103.2 wird hier durch Linsenpaare gebildet, die an den einander zugewandten Oberflächen der Folien 12, 13 ausgebildet sind.

Zur lagegenauen lateralen und axialen Positionierung der Folien 12, 13 sind an diesen im peripheren Bereich über eine gedachte Kreislinie verteilt mehrere komplementär ausgebildete Strukturen 14a, 14b angeordnet, die bei Eingriff eine Selbstjustage der Folien 12, 13 herbeiführen. Die Struktur 14a, 14b kann beispielsweise in Form eines an einer der Folien 12; 13 angeformten Justierrings 14a und eines an der anderen Folie 13; 12 angeformten Kugelkappenabschnitts 14b realisiert sein.

Fig. 9 zeigt eine Darstellung des Strahlengangs durch das in den Fig. 6 bis 8 dargestellte Bilderfassungssystem 102. Die Längenangaben sowohl der z-Achse (Richtung der optischen Achse) als auch der x-Achse (Vertikalrichtung) sind in der Einheit mm angegeben.

Die Abbildung ist nichtinvertierend und verkleinernd ( $0 < \beta < 1$ ), die Objektweite beträgt 1 cm, der Abstand A zwischen der Linsenfront (bei  $x = 0$ ) und der Bildebene 106 beträgt etwa 4,7 mm und die Bildweite B beträgt ungefähr 3 mm.

Fig. 10 zeigt mittige Bereiche von zwei verschiedenen Linsenmatrixanordnungen 3, 103.1, 103.2, 103.3 in Draufsicht. Während bei der im linken Bildteil dargestellten Linsenmatrixanordnung sämtliche Linsen 4 eine sphärische Umfangsform aufweisen, zeigt bei der im rechten Bildteil dargestellten Linsenmatrixanordnung lediglich eine in bezug auf die optische Achse des Bilderfassungssystems 2 bzw. 102 zentrale Linse 4a eine sphärische Umfangsform, während die sie umgebenden Linsen 4b jeweils eine elliptische Umfangsform aufweisen.

Aufgrund der geringen axialen Dimension A des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems 2, 102 ist dieses ausgesprochen vielseitig einsetzbar. Im Bereich von Überwachungsanwendungen kann das Bilderfassungssystem beispielsweise in das Lenkrad oder Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs integriert werden, um über eine Erfassung der Lidbewegung oder der Kopfhaltung den Ermüdungszustand des Fahrers zu kontrollieren. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, durch biometrische Verfahren wie Gesichts- oder Iriserkennung die Berechtigung des am Steuer sitzenden Fahrers zu kontrollieren, d. h. einen Diebstahlschutz zu ermöglichen.

Weitere Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems in bzw. an einem Kraftfahrzeug betreffen sicherheitstechnische Anwendungen. Ein oder mehrere der beschriebenen Bilderfassungssysteme 2, 102 können an geeigneter Stelle im Innenraum des Kraftfahrzeugs (beispielsweise Lenkrad, Sonnenblende, Innenverkleidung usw.) angeordnet sein und dort die Auslösung von Insassenschutzvorrichtungen wie beispielsweise Airbags oder andere Personenrückhaltesysteme steuern. Insbesondere ist auf diese Weise ein Schutz von Kleinkindern vor dem Beifahrer-Airbag realisierbar. Eine weitere sicherheitstechnische Anwendung im Kraftfahrzeugbereich bezieht sich auf die Überwachung der Fahrzeugumgebung. Zu diesem Zweck können

ein oder mehrere erfindungsgemäße Bilderfassungssysteme im Außenbereich des Fahrzeugs (beispielsweise an der Karosserie, der Außenbeleuchtung, insbesondere Blinker, dem Stoßfänger, der Antenne usw.) angebracht bzw. integriert sein.

Eine (weitere) Anwendung im Bereich der personenbezogenen Autorisierungsüberprüfung umfaßt die Integration des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems in einen Gegenstand, dessen Nutzung einer bestimmten Person oder einem bestimmten Personenkreis vorbehalten bleiben soll, beispielsweise in eine Chipkarte (d. h. Kredit-, Geld-, Telefon-, Zugangskarte und dergleichen). Die personen- oder personengruppenbezogene Berechtigung zur Nutzung einer solchen Chipkarte kann beispielsweise anhand einer photometrischen Erfassung und Erkennung des Fingerabdrucks durchgeführt werden. Eine andere Möglichkeit besteht in der bereits angesprochenen Gesichts- und/oder Iriserkennung der die Chipkarte verwenden wollenden Person durch die Chipkarte selbst. Damit das in der Chipkarte integrierte erfindungsgemäße Bilderfassungssystem das richtige Objekt (Gesicht oder Iris) sieht, kann in der Chipkarte eine Struktur eingebaut sein, die bei senkrechter oder nahezu senkrechter Betrachtung ein charakteristisches Erscheinungsbild abgibt. Dies könnte beispielsweise ein auf der Vorder- und Rückseite der Karte angebrachtes doppeltes Zielkreuz sein, das von dem Betrachter durch Verkippen der Chipkarte übereinandergelegt werden muß. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Chipkarte mit einer spiegelnden Fläche auszustatten, in der sich der Betrachter bei lage-richtig gehaltener Chipkarte selbst erkennt. Die Bilderfassungs-/erkennungsfunktion der Chipkarte kann anschließend z. B. über einen Foliendruckschalter ausgelöst werden.

Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems besteht in der Realisierung einer Photokamera im Chipkartenformat – d. h. einer Kamera, die im Kartenfach des Geldbeutels transportiert werden kann.

Bei einer solchen "Photokamera-Karte" kann als Sucher ein auf der Rückseite der Karte aufgebrachtes, flexibles Flüssigkristall-Display (LCD) vorgesehen sein. Bei der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung sowie einer transparenten Ausführung der Photodetektoranordnung (z. B. durch Verwendung eines geeigneten photoelektrischen Polymermaterials) kann auch durch direkte Betrachtung des auf der Kartenrückseite durchscheinenden Objektbildes eine (parallaxenfreie) Erfassung des gewünschten Bildausschnitts erreicht werden.

In der Regel wird jedoch der Sucher einer derartigen flachen Photokamera als zusätzliches, eigenständiges System realisiert sein. Dieses kann wiederum gemäß der Erfindung konzipiert sein. Der Sucher kann also beispielsweise in Form der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung realisiert sein und – sofern das eigentliche Bilderfassungssystem der Photokamera gemäß der ersten Ausführungsvariante aufgebaut ist – zusätzlich und benachbart zu diesem auf der "Photokamera-Karte" angeordnet sein.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Objekt
- 2 Bilderfassungssystem
- 3 Linsenmatrixanordnung
- 4, 4.1, 4.2 Mikrolinse
- 4a kreisförmige Mikrolinse
- 4b elliptische Mikrolinse
- 5 Linsenmatrix-Hauptebene
- 6 Bildebene
- 7, 7.1, 7.2 Zentrallinie
- 8, 8.1, 8.2 Objektbild

9, 9.1, 9.2 optische Achse  
 10 Einzeldetektor  
 10' Detektorgruppe  
 11 Bildvorverarbeitungselektronik  
 12 objektseitige Kunststoffolie  
 13 bildseitige Kunststoffolie  
 14a Justiering  
 14b Kugelhappenabschnitt  
 101 Objekt  
 102 Bilderfassungssystem  
 103.1, 2, 3 Linsenmatrixanordnung  
 104, 104' Mikrolinse  
 105 Linsenmatrix-Hauptebene  
 106 Bildebene  
 108 Objektbild  
 109 optische Achse  
 A Abstand  
 B Bildweite  
 $\alpha$  Neigungswinkel  
 $\Delta x$  Versatz  
 X Einzelheit  
 Z, Z', Z1-Z8 Zelle

## Patentansprüche

1. Flachbauendes Bilderfassungssystem, mit
  - einer Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3), die eine Vielzahl N von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen (4; 104) enthält, und
  - einer in einer Bildebene (6; 106) im Strahlengang hinter den Mikrolinsen (4; 104) liegenden flächigen Photodetektoranordnung, wobei
  - der Abstand (A) zwischen der Front der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 0,5 cm ist.
2. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  $N \geq 10$ , insbesondere  $N \geq 1000$  ist.
3. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsweite einer Mikrolinse (4; 104) kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 0,5 mm ist.
4. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bezüglich der optischen Achse der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) außermittig liegende Mikrolinsen (4b) eine im wesentlichen elliptische Linsenumfangsform aufweisen.
5. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) durch Prägen, Gießen, insbesondere Spritzgießen, Formpressen oder Drucken aus einem optisch transparenten Kunststoffmaterial hergestellt ist.
6. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang vor und/oder hinter der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) eine Lochblendenmatrix angeordnet und in bezug auf die Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) so positioniert ist, daß jeder Mikrolinse (4; 104) ein oder mehrere transmittierende Bereiche, insbesondere ein oder mehrere Löcher der Lochblendenmatrix zugeordnet sind.
7. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach An-

- spruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochblendenmatrix aus einer bezüglich der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) lagefest gehaltenen perforierten Folie oder Folie mit transmittierenden Folienbereichen besteht.
8. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Achsen (9.1, 9.2) der Mikrolinsen (4; 104) parallel verlaufen.
  9. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Achsen (109) der Mikrolinsen (4; 104) zum Objekt (1, 101) hin divergieren.
  10. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr im Strahlengang hintereinander angeordnete Linsenmatrixanordnungen (103.1, 103.2, 103.3) vorgesehen sind.
  11. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einer objektseitigen Linsenmatrixanordnung (103.1) und einer bildseitigen Linsenmatrixanordnung (103.3) mindestens eine Zwischenlinsenmatrixanordnung (103.2) angeordnet ist, die ein optisches Übersprechen zwischen benachbarten optischen Kanälen, jeweils definiert durch ein Mikrolinsenpaar (104, 104') der objekt- und bildseitigen Linsenmatrixanordnungen (103.1, 103.3), unterdrückt.
  12. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ferner eine Flüssigkristallschicht im Strahlengang angeordnet ist.
  13. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
    - daß jede Mikrolinse (4; 4.1, 4.2) ein Bild (8; 8.1, 8.2) des gesamten zu erfassenden Objekts (1) in der Bildebene (6) erzeugt, so daß in der Bildebene (6) N überschneidungsfrei nebeneinander angeordnete Objektbilder (8; 8.1, 8.2) erzeugt werden,
    - daß jedem erzeugten Objektbild (8; 8.1, 8.2) eine Detektoreinheit (10, 10') der Photodetektoranordnung zugeordnet ist, und
    - daß die Relativlagen der Objektbilder (8; 8.1, 8.2) zu den zugeordneten Detektoreinheiten (10, 10') variieren, derart, daß die Detektoreinheiten (10, 10') unterschiedliche Bildabschnitte der Objektbilder (8; 8.1, 8.2) erfassen.
  14. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß bezüglich benachbarter Objektbilder (8; 8.1, 8.2) der Versatz ( $\Delta x$ ) der Relativlagen gerade der Abmessung der lichtempfindlichen Fläche einer Detektoreinheit (10, 10') entspricht.
  15. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
    - daß jede Mikrolinse (104) ein Bild eines Teilabschnitts (ABC; DEF; ...; IJK) des gesamten zu erfassenden Objekts (101) in der Bildebene (106) erzeugt, wobei sich die erzeugten N Teilabschnitte in der Bildebene (106) lagerichtig zu dem Bild des gesamten zu erfassenden Objekts (101) zusammensetzen, und
    - daß das zusammengesetzte Bild durch eine Vielzahl von über die Bildebene (106) verteilt angeordneten Detektoreinheiten (10, 10') der Photodetektoranordnung erfaßt wird.

16. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Detektoreinheit durch einen Einzeldetektor (10) realisiert ist.
17. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß jede Detektoreinheit durch eine aus mehreren Einzeldetektoren bestehende Detektorgruppe (10') realisiert ist.
18. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Photodetektoranordnung ein CCD, ein CMOS-Photosensorarray oder ein aus Polymeren bestehendes Photosensorarray ist.
19. Chipkarte, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
20. Armband- oder Taschenuhr, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
21. Mobiles Kommunikationsendgerät, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
22. Tragbarer Computer, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
23. Brille, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
24. Kleidungsstück, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

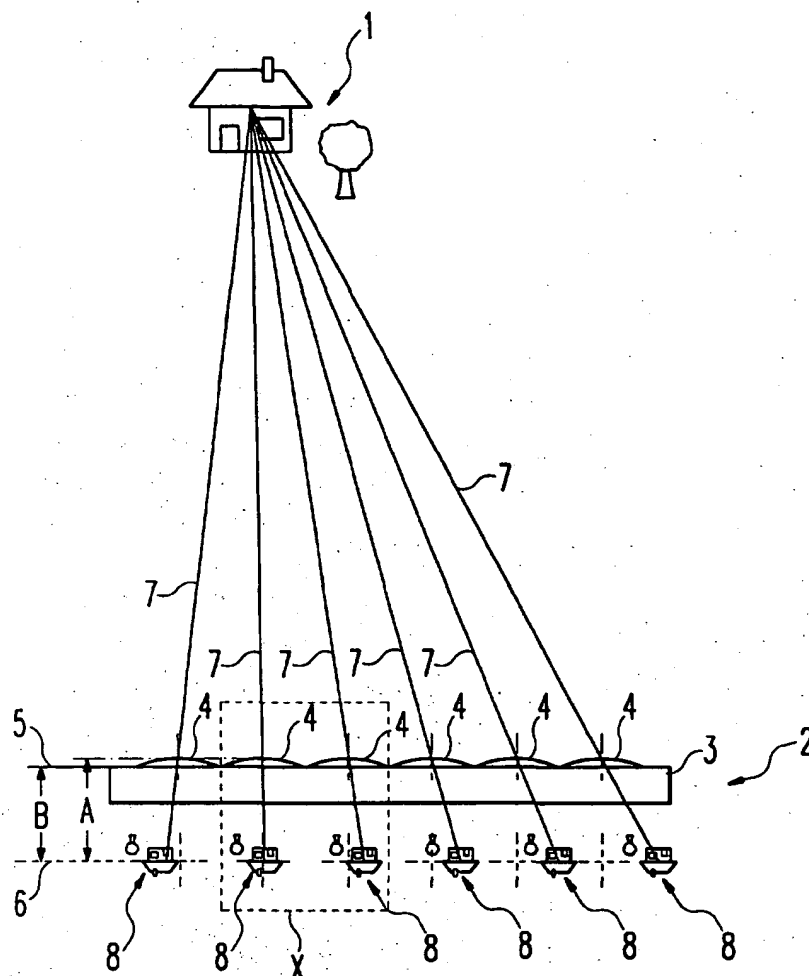


Fig. 1

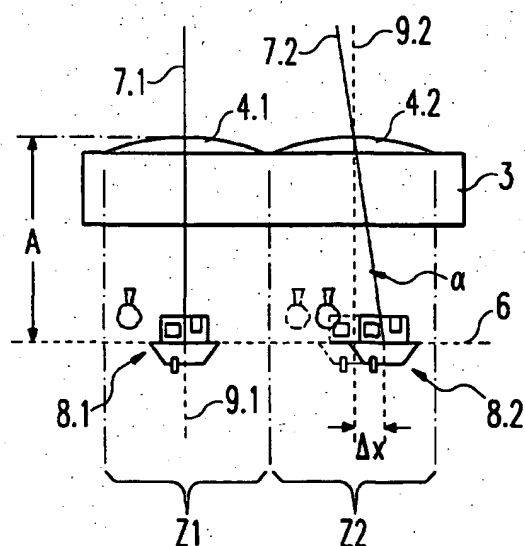


Fig. 2



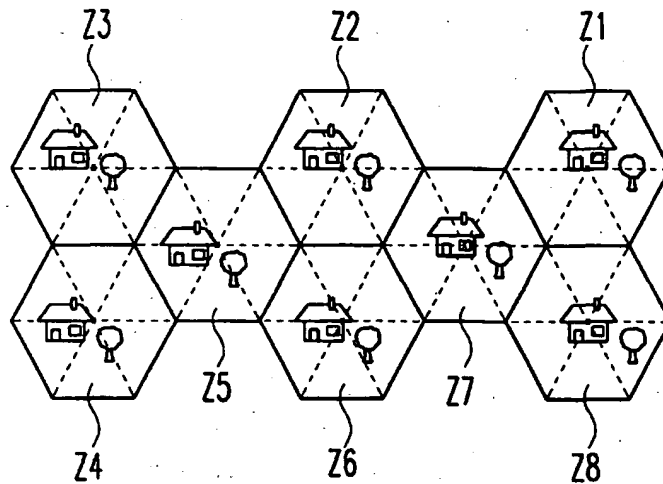


Fig. 3

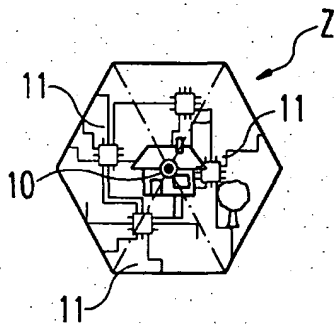


Fig. 4a

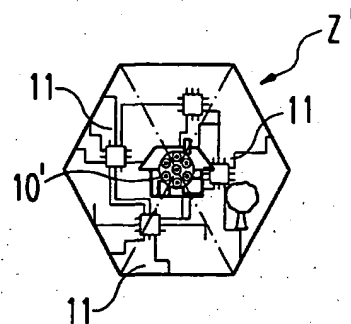


Fig. 4b

	S/W	Farbe
Einzelner Pixel		
Mehrere Pixel		

Fig. 5

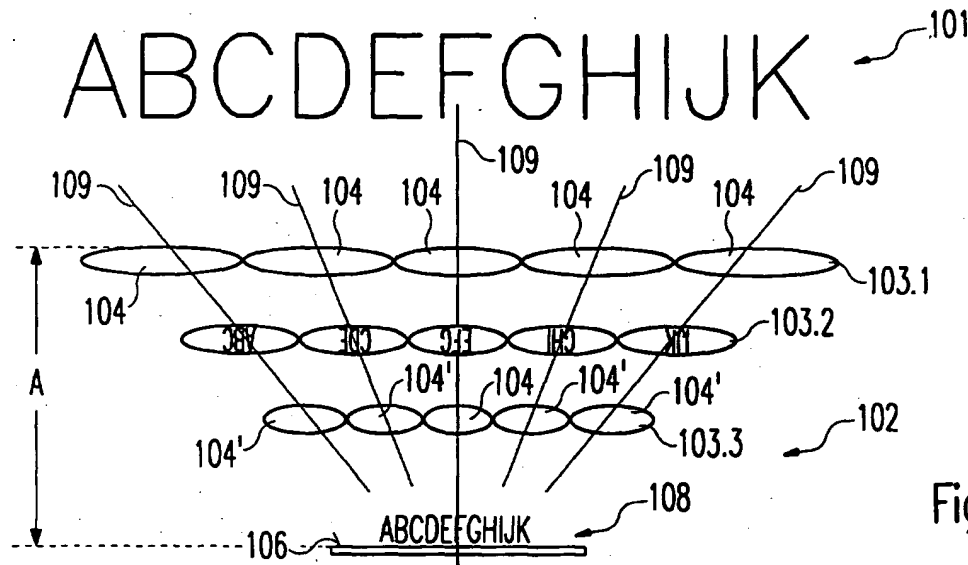


Fig. 6

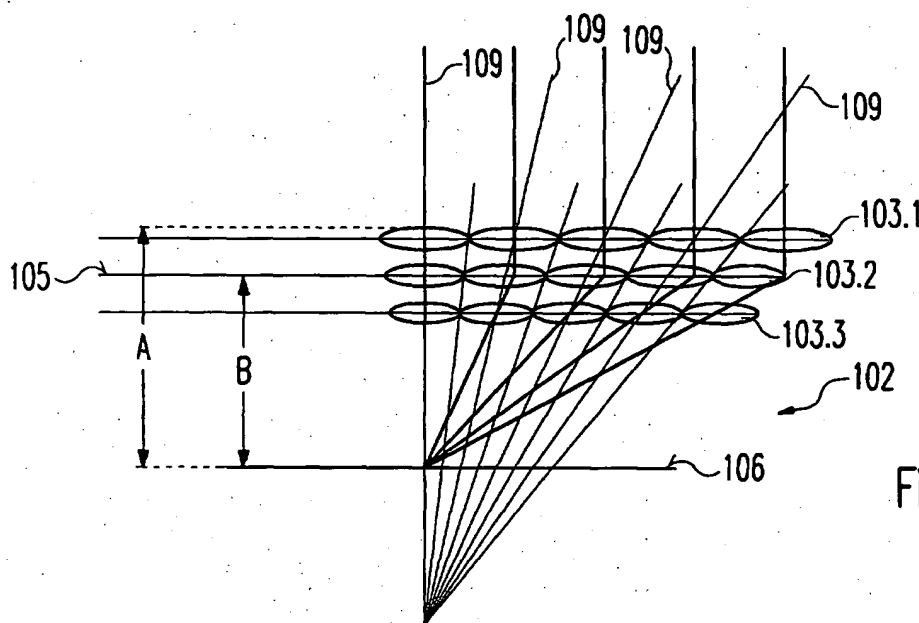


Fig. 7

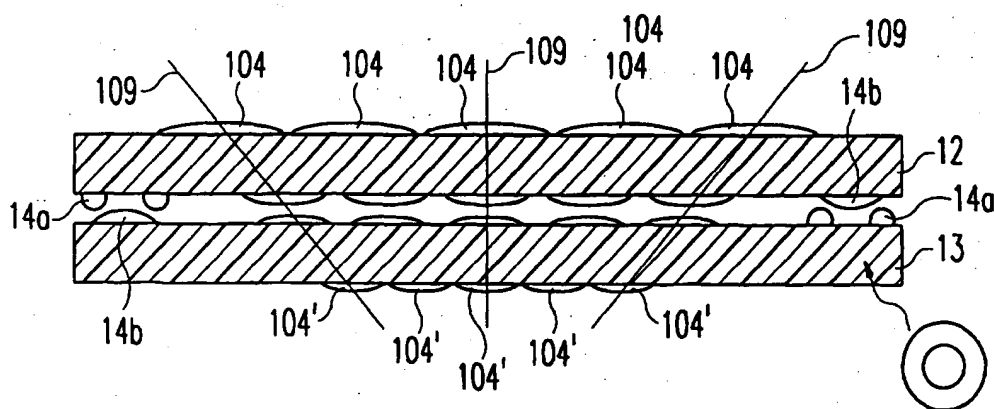


Fig. 8

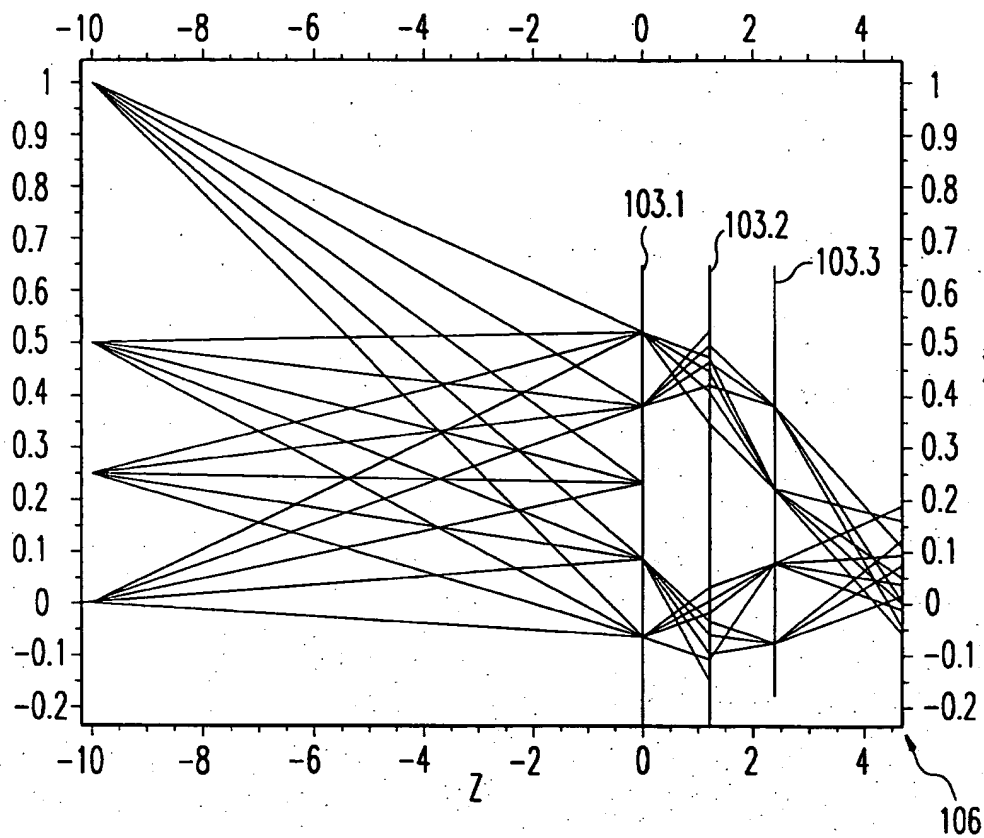


Fig. 9

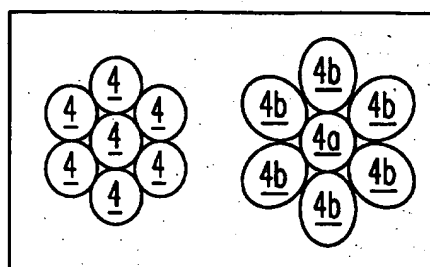


Fig. 10